

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-204654

(43)Date of publication of application : 05.08.1997

(51)Int.Cl.

G11B 5/82
G11B 5/596
G11B 5/60
G11B 21/21

(21)Application number : 08-029854

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 24.01.1996

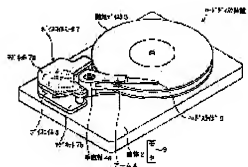
(72)Inventor : MORITA OSAMI

(54) MAGNETIC DISK AND MAGNETIC DISK DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a magnetic disk capable of inhibiting the fluctuation in the quantity of floating of a head slider over the surface of the magnetic disk, and provide a magnetic disk device with the magnetic disk.

SOLUTION: The load-bearing capacity of a floating type head slider 6 in a data recording region and that in a control-signal recording region are made same to a magnetic disk, 3 in which data, etc., are recorded and produced by a magnetic head loaded on the head slider 6 and which is partitioned radially into the data recording region and the control-signal recording region by irregular sections formed to a surface.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 21.01.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 29.06.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 9 - 2 0 4 6 5 4

(43) 公開日 平成 9 年 (1 9 9 7) 8 月 5 日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G11B 5/82			G11B 5/82	
5/596			5/596	
5/60			5/60	I
21/21			21/21	F

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 1 2 頁)

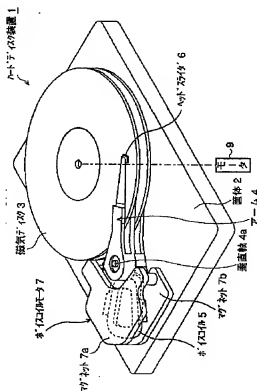
(21) 出願番号	特願平 8 - 2 9 8 5 4	(71) 出願人	0 0 0 0 0 2 1 8 5 ソニー株式会社 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号
(22) 出願日	平成 8 年 (1 9 9 6) 1 月 2 4 日	(72) 発明者	森田 修身 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソ ニー株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 岡▲崎▼ 信太郎 (外 1 名)

(54) 【発明の名称】 磁気ディスク及び磁気ディスク装置

(57) 【要約】

【課題】 磁気ディスクの表面上におけるヘッドスライダの浮上量の変動を抑制することができる磁気ディスク及びその磁気ディスクを備えた磁気ディスク装置を提供すること。

【解決手段】 浮上型のヘッドスライダ 6 に搭載されている磁気ヘッドによりデータ等が記録再生され、表面に形成された凹凸部によりデータ記録領域と制御信号記録領域に放射状に区分されている磁気ディスク 3 に対して、前記ヘッドスライダ 6 の負荷容量を、前記データ記録領域と制御信号記録領域にて同一とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 浮上型のヘッドスライダに搭載されている磁気ヘッドによりデータ等が記録再生される磁気ディスクであって、表面に形成された凹凸部によりデータ記録領域と制御信号記録領域に放射状に区分されている磁気ディスクにおいて、

前記ヘッドスライダの負荷容量が、前記データ記録領域と制御信号記録領域にて同一であることを特徴とする磁気ディスク。

【請求項2】 表面に形成された凹凸部によりデータ記録領域と制御信号記録領域に放射状に区分されている磁気ディスクと、

前記磁気ディスクの表面上で浮上して前記磁気ディスクの半径方向へ移動するヘッドスライダと、

前記ヘッドスライダに搭載され、前記磁気ディスクに対してデータ等を記録再生する磁気ヘッドとを備えた磁気ディスク装置において、

前記ヘッドスライダの負荷容量が、前記磁気ディスクのデータ記録領域と制御信号記録領域にて同一であることを特徴とする磁気ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、浮上型のヘッドスライダに搭載されている磁気ヘッドにより、データやプログラムが記録再生される磁気ディスク及びその磁気ディスクを備えた磁気ディスク装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】例えばコンピュータシステムにおいては、磁気ディスク装置としてハードディスク装置が用いられている。このハードディスク装置に内蔵されている磁気ディスクの両表面には磁性膜が成膜されており、磁気ディスクの表面上を浮上するヘッドスライダに搭載されている磁気ヘッドにより、磁性膜にデータ等がトラック状に記録され、また磁性膜にトラック状に記録されたデータ等が再生されるようになっている。磁気ヘッドが搭載された浮上型のヘッドスライダを駆動する機構部と、磁気ディスクを駆動する駆動部とは、筐体の内部に予め組み込まれているため、データ等を比較的高密度に記録することが可能であり、また、記録されたデータ等に対して高速にアクセスすることが可能である。

【0003】しかしながら、従来のハードディスク装置に内蔵されている磁気ディスクは、その両表面の全面にわたって磁性膜が形成されており、隣接するトラックからのクロストークを抑制するために、データトラックとデータトラックの間のガードバンドを比較的大きい幅で設けなければならない。その結果、トラックピッチを狭くすることができず、小型であって大記録容量のハードディスク装置を実現することが困難であるという問題があった。

【0004】さらに、磁気ディスクに対して例えばエンコードを構成するクロック信号等を予め記録した後、磁気ディスクを筐体に組み込むようにすると、組立位置における偏心等の取り付け誤差が発生し、正確な位置にデータ等を記録することが困難になる。そこで、従来は、磁気ディスクを筐体に組み込んだ後、エンコードを構成するクロック信号等を記録するようにしていた。このため、ハードディスク装置の組立時間が掛かり、コスト高になるという問題があった。

10 【0005】以上のような問題を解消する磁気ディスク装置として、この出願人により以下のようなハードディスク装置が提案されている（特開平6-259709号公報参照）。このハードディスク装置に内蔵されている磁気ディスクには、凹凸部で成るデータ記録領域（以下、データゾーンという）と制御信号記録領域（以下、サーボゾーンという）とがそれぞれ放射状に形成されている。即ち、データゾーンには、同心円状であって、データ等を記録するためのデータトラックが凸部となるように形成され、隣接するデータトラックを区分するためのガードバンドが凹部となるように形成されている。また、サーボゾーンには、データトラックを特定するためのグレイコード、1周等を等間隔に分割するクロックマーク及び磁気ヘッドをトラッキング制御するためのウォブルマーク等（以下、サーボトラックという）が凸部となるように形成され、上記コード等を区分するためのスペース（以下、サーボビットという）が凹部となるように形成されている。

30 【0006】そして、これらのグレイコード、クロックマーク及びウォブルマークのうちの少なくとも1つは、磁気ヘッドの回転軌跡に沿って形成され、グレイコード、クロックマーク又はウォブルマークを再生して得られる信号に対応して、磁気ヘッドによるデータ等の記録再生の動作が制御される。また、磁気ヘッドは、グレイコード、クロックマーク又はウォブルマークを再生して得られる信号から、磁気ディスクの偏心に対応する変化量を計測し、その計測結果に対応して、磁気ヘッドによるデータ等の記録再生の動作が制御される。

【0007】このような構成の磁気ディスクを内蔵したハードディスク装置によれば、データトラックに対してガードバンドが物理的な凹部として形成されているので、ガードバンドからデータ等が再生されるおそれが少なくなる。従って、クロストークを軽減するために、ガードバンドの幅を広くする必要が無くするので、トラックピッチを狭くして記録容量を大きくすることが可能となる。

50 【0008】さらに、グレイコード、クロックマーク又はウォブルマークを磁気ヘッドの回転軌跡に沿って凸部により形成するようにしているため、例えば光技術等を利用するなどして極めて正確な位置にこれらのコード等を配置することが可能となり、トラックピッチを狭く

3

してもデータ等を正確に記録再生することが可能となる。また、磁気ディスクの偏心を計測し、これに対応してデータ等の記録再生の動作を制御しているため、筐体内に磁気ディスクを組み込んだときに取り付け誤差に起因した偏心が発生したとしても、磁気ヘッドをデータトラックに対して正確にアクセスさせることが可能となる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】 上述した後者の磁気ディスクによれば、データトラックに対してサーボトラックを正確に配置することができる。従って、サーボ信号方式の前者の磁気ディスクに比べて容易に高密度記録、特に高トラックピッチ密度の実現が可能である。このような高密度記録の磁気ディスクに用いられる浮上型のヘッドスライダは、スペーシング損失を抑圧するために、極限まで小さくした浮上量、例えば 50 nm で浮上させる必要がある。また、そのときの浮上変動量も、出力変動の原因となるため小さくする必要がある。

【0010】ところが、サーボゾーンとデータゾーンとは、凸部と凹部の比率が異なっている。ビットの高さはテクスチャの高さと同等かそれ以上、また、ビットの大きさも数 μ m 程度であり、テクスチャと同等程度であるといえる。このように、サーボゾーンのパターン形状とデータゾーンのパターン形状とが異なるため、ヘッドスライダの浮上量がサーボゾーンとデータゾーンとで異なることになる。従って、この浮上量の差異が浮上量の変動を引き起こし、磁気ヘッドによるデータ等の記録再生を安定に行うことができなくなるといった問題があった。

【0011】この発明は、以上の点に鑑み、磁気ディスクの表面上におけるヘッドスライダの浮上量の変動を抑制することができる磁気ディスク及びその磁気ディスクを備えた磁気ディスク装置を提供することを目的としている。

【0012】

【課題を解決するための手段】 上記目的は、この発明によれば、浮上型のヘッドスライダに搭載されている磁気ヘッドによりデータ等が記録再生される磁気ディスクであって、表面に形成された凹凸部によりデータ記録領域と制御信号記録領域に放射状に区分されている磁気ディスクにおいて、前記ヘッドスライダの負荷容量を、前記データ記録領域と制御信号記録領域とにて同一とすることにより達成される。

【0013】上記構成によれば、ヘッドスライダの浮上量に直接関係する負荷容量を磁気ディスクの全面にわたって均一にしているため、ヘッドスライダがデータゾーンからサーボゾーンへ、あるいはサーボゾーンからデータゾーンへ移動する際に、浮上量の変動を抑制することができる。

【0014】

4

【発明の実施の形態】 以下、この発明の好適な実施形態を添付図を参照しながら詳細に説明する。尚、以下に述べる実施の形態は、この発明の好適な具体例であるから、技術的に好ましい種々の限定が付されているが、この発明の範囲は、以下の説明において特にこの発明を限定する旨の記載がない限り、これらの形態に限られるものではない。

【0015】図 1 は、この発明の磁気ディスク装置の実施形態であるハードディスク装置の構成例を示す斜視図である。このハードディスク装置 1 は、アルミニウム合金等により形成された筐体 2 の平面部の裏側にスピンドルモータ 9 が配設されていると共に、このスピンドルモータ 9 によって角速度一定で回転駆動される磁気ディスク 3 が備えられている。さらに、この筐体 2 には、アーム 4 が垂直軸 4a の周りに揺動可能に取り付けられている。このアーム 4 の一端には、ボイスコイル 5 が取り付けられ、またこのアーム 4 の他端には、ヘッドスライダ 6 が取り付けられている。筐体 2 上には、ボイスコイル 5 を挟持するように、マグネット 7a、7b が取り付けられている。ボイスコイル 5 及びマグネット 7a、7b により、ボイスコイルモータ 7 が形成されている。

【0016】このような構成において、ボイスコイル 5 に外部から電流が供給されると、アーム 4 は、マグネット 7a、7b の磁界と、このボイスコイル 5 に流れる電流とによって生ずる力に基づいて、垂直軸 4a の周りを回転する。これにより、アーム 4 の他端に取り付けられたヘッドスライダ 6 は、図 2 にて矢印 X で示すように、磁気ディスク 3 の実質的に半径方向に移動する。従って、このヘッドスライダ 6 に搭載された磁気ヘッド 8 (図 3 参照) は、磁気ディスク 3 に対してシーク動作し、磁気ディスク 3 の所定のデータトラック等に対してデータ等の記録再生を行う。

【0017】ここで、ヘッドスライダ 6 は、図 3 に示すように、その下面の両側にエアベアリングサーフェイスとして作用するレール 6a、6b が形成されていると共に、このレール 6a、6b の空気流入端側にはテーパー部 6c、6d が形成されている。これにより、ヘッドスライダ 6 が、回転する磁気ディスク 3 の表面に接近したとき、磁気ディスク 3 の回転に伴ってレール 6a、6b と磁気ディスク 3 の表面との間に流入する空気流により浮揚力を受ける。この浮揚力によって、ヘッドスライダ 6 及び磁気ヘッド 8 は、図 4 に示すように、磁気ディスク 3 の表面から微小間隔 (浮上量) d をもって浮上走行するようにになっている。

【0018】図 5 は、図 1 に示すハードディスク装置の制御部の構成例を示すブロック図である。この制御部 10 のクロック信号生成部 11 は、磁気ヘッド 8 の再生ヘッド 8b により再生された信号からクロック信号を生成し、トラッキングサーボ部 12 と再生部 13 に出力する。トラッキングサーボ部 12 は、クロック信号生成部

11からのクロック信号を参照して、再生ヘッド8bからの信号によりトラッキングエラー信号を生成し、これに対応してアーム4を駆動する。これにより、記録ヘッド8aと再生ヘッド8bが、磁気ディスク3の所定の半径位置にトラッキング制御される。記録部14は、図示しない回路から供給される記録信号を変調し、記録ヘッド8aを介して磁気ディスク3に記録する。再生部13は、再生ヘッド8bからの記録信号を復調し、上記回路に出力する。トラッキングサーボ部12は、トラッキングエラー信号をモニタし、磁気ディスク装置に大きなショック等が加わり、記録ヘッド8aがデータトラックから離脱したような場合において、記録部14を制御して記録動作を停止させる。

【0019】図6は、この発明の磁気ディスクの実施形態を示す平面図、図7(A)は半径方向の断面構造図、図7(B)は円周方向の断面構造図である。この磁気ディスク3の合成樹脂、ガラス、アルミニウム等より成る基板31には、凹凸部で成るデータ記録領域(データゾーン)と制御信号記録領域(サーボゾーン)とがそれぞれ放射状に形成され、その表面に磁性膜32が形成されている。即ち、データゾーンには、同心円状であって、データ等を記録するための(データトラックDTが凸部となるように形成され、隣接するデータトラックDTを区分するためのガードバンドGBが凹部となるように形成されている。また、サーボゾーンには、データトラックDTを特定するためのグレイコード、1周等を等間隔に分割するクロックマーク及び磁気ヘッドをトラッキング制御するためのウォブルマーク等のサーボトラックSTが凸部となるように形成され、上記コード等を区分するためのスペースであるサーボビットSPが凹部となるように形成されている。

【0020】このような磁気ディスク3によれば、磁気ヘッド8が内周側方向又は外周側方向に移動する場合の移動軌跡に沿ってサーボゾーンとデータゾーンを形成するようにしているので、シーク動作時における等時間間隔性を保持することができ、クロック生成のためのPLL回路のロック外れを抑制することができる。また、アジマス損失を抑制することができる。

【0021】図8は、図6に示す磁気ディスクのさらに詳細を示す断面構造図である。基板31の両面には、例えば200nmの膜差が形成されており、この基板31がガラスで構成されるとき、その厚さは0.65mmとされ、合成樹脂で構成されるとき、その厚さは1.2mmとされる。さらに、基板31の両面には、磁性膜32が成膜されており、基板31を合成樹脂で構成したときは、最初に基板31上に例えばSiO₂より成る粒子

(球状シリカ)を1μm当たり0.5個以上100個以下、好ましくは10個程度の粒子密度で上記粒子層321が形成される。これは、基板31をガラス、アルミニウムで構成したときは剛性や耐久性をある程度確保する

ことが可能であるが、基板31を合成樹脂で構成したときは必ずしも十分な剛性や耐久性を確保することができないからである。また、基板31を合成樹脂で構成したときは基板31表面の凹凸が粗いため、磁気ヘッド8を磁性膜322に接触しない範囲で近接配置することが困難となるからである。

【0022】球状シリカの粒子層321の形成方法としては、ディッピング法が用いられる。このときの粒子の平均径は50nm以下、好ましくは8nm〜10nmとする。平均径を8nmとすると、粒子径分布は標準偏差で4.3nmとなる。粒子密度は濃度と引き上げ速度で決定されるため、これを管理することにより凹凸の制御が可能となる。例えば、球状シリカをイソプロピルアルコールに濃度0.01重量%となるように分散し、これを引き上げ速度125mm/分で基板の表面に塗布する。この粒子層321の上には、約80nmの厚さのクロム層322が形成される。このクロム層322は、交換結合膜として機能し、磁気特性を改善する効果があり、特に保磁力を高めることができる。さらに、このクロム層322の上には、約40nmの厚さのコバルト白金層323が形成される。このコバルト白金層323の上には、約10nmの厚さのSiO₂から成る保護膜324がスピコートあるいは塗布により形成される。そして、この保護膜324の上には、潤滑剤325が塗布される。

【0023】このような磁気ディスク3は、その1周が60セクタに区分され、各セクタは14セグメントにより構成されている。従って、1周は840セグメントとなる。各セグメントはサーボゾーンとデータゾーンとに区分される。サーボゾーンには、図9に示すように、グレイコードGC、クロックマークCM及びウォブルマークWMが形成される。また、各セクタの先頭セグメントには、さらにユニークパターンUPが付加されている。但し、60セクタのうちの1つのセクタにおいては、ユニークパターンUPに代えてPGとしての機能を有するホームインデックスが記録される。

【0024】クロックマークCMのトラック方向の幅を1とすると、グレイコードGCの幅は20、ユニークパターンUPの幅は16とされる。グレイコードGCは、データトラックDTを特定する絶対アドレス(データトラック番号)を表すコードである。クロックマークCMは、記録再生の基準となるクロックを生成するためのマークであり、再生ヘッド8bは、このクロックマークCMを再生したとき、そのエッジに対応してタイミング信号を出力する。クロックマークCMは、図9に示すように、磁気ディスク3の半径方向に放射状に連続して形成されている。

【0025】ウォブルマークWMは、データトラックDTの中心線L1を挟んで内周側と外周側にずれるように配置されると共に、トラック方向にも所定の距離だけ

離間して形成されている。再生ヘッド8bが、ウォブルマークWMを再生するとき、そのエッジに対応して位置パルスを出力する。この位置パルスのレベルが等しくなるようにトラッキングサーボを掛けることにより、再生ヘッド8bをデータトラックDTの中心線L1上に配置することができる。

【0026】データゾーンの先頭には、ID記録領域IZが形成され、本来記録再生されるデータは、このID記録領域IZに続くデータ記録領域DZに記録される。ID記録領域IZは、セクタ番号記録領域SZとトラック番号記録領域TZとに区分されている。このうち、少なくともセクタ番号記録領域SZは、クロックマークC_Mと同様に、磁気ディスク3の半径方向に放射状に連続して形成されている。セクタ番号記録領域SZには、セクタを特定する8ビットのセクタ番号が記録され、トラック番号記録領域TZには、データトラックDTを特定する16ビットのトラック番号が2個記録される。この40ビットのIDデータは、PR（パルシャルレスポンス）（-1, 0, 1）変調されてID記録領域IZに記録される。再生ヘッド8bは、このID記録領域IZに記録されているIDデータを再生することによりパルス列を出力する。

【0027】また、トラック番号記録領域TZは、再生動作用トラック番号記録領域TZaと記録動作用トラック番号記録領域TZbとに区分されている。再生動作用トラック番号記録領域TZaは、その幅方向の中心がデータトラックDTの中心線L1上に位置するように形成されるが、記録動作用トラック番号記録領域TZbは、その中心線L2がデータトラックDTの中心線L1と距離dだけデータトラックDTと垂直な方向（磁気ディスク3の半径方向）に離れた位置になるように形成される。この距離dは、内周側にいくほど小さい値とされ、外周側にいくほど大きい値とされる。そして、この再生動作用トラック番号記録領域TZaと記録動作用トラック番号記録領域TZbには、同一のトラック番号が記録される。

【0028】また、データトラックDTの中心線L1に対して、再生ヘッド8bを位置決めするためのウォブルマークWMと、記録動作用トラック番号記録領域TZbの中心線L2を再生ヘッド8bでトレースする場合の位置決めのためのウォブルマークWMがサーボゾーンに形成されている。従って、再生モード時には、ウォブルマークWMを基準にして再生ヘッド8bをトラッキング制御することにより、再生ヘッド8bをデータトラックDTの中心線L1に沿って走査させることができる。これに対して、記録モード時には、ウォブルマークWMを再生ヘッド8bで再生して得られるトラッキングエラー信号に対応してトラッキング制御することにより、再生ヘッド8bを記録動作用トラック番号記録領域TZbの中心線L2に沿って走査させること

ができる。このとき、記録ヘッド8aはデータトラックDTの中心線L1に沿って走行する。このように、セクタ番号又はトラック番号を記録する領域を予め形成し、そこにセクタ番号又はトラック番号を記録するようにしたので、再生ヘッド8bの位置決め状態にかかわらず、セクタ番号又はトラック番号を確実に再生することができる。

【0029】上述した磁気ディスク3は、光技術を利用して製造することができる。その製造方法を図10及び図11で説明する。先ず、ガラス原盤41の表面に例えばフォトレジスト42をコーティングする。このフォトレジスト42がコーティングされたガラス原盤41をターンテーブル43上に載置して回転させ、例えば凹部を形成するフォトレジスト42の部分にのみレーザ光44を照射してパターンカッティングする。レーザ光44を照射した後、フォトレジスト42を現像してフォトレジスト42の露光部分を除去する。フォトレジスト42の露光部分が除去されたガラス原盤41の表面にニッケル45をメッキする。そして、このニッケル45をガラス原盤41から剥がしてスタンパ46とする。

【0030】次に、スタンパ46を用いて基板31を成形する。そして、基板31の表面に磁性膜32をスパッタリング等により成膜して磁気ディスク3とする。そして、この磁気ディスク3を以下の方法により着磁する。磁気ディスク3を着磁装置48にセットし、図12の矢印aで示す方向に回転走行させる。そして、図12

(A)に示すように、着磁用磁気ヘッド49の第1の直流通電流を印加しながら、着磁用磁気ヘッド49を磁気ディスク3上の半径方向にトラックピッチで移動させ、磁気ディスク3の凸部と凹部の磁性膜32を全て同一方向に一旦磁化する。その後、図12(B)に示すように、第1の直流通電流とは逆極性で、電流値が第1の直流通電流に比べ小さい第2の直流通電流を着磁用磁気ヘッド49に印加しながら、着磁用磁気ヘッド49を磁気ディスク3上の半径方向にトラックピッチで移動させ、磁気ディスク3の凸部の磁性膜32のみを逆方向に磁化し、位置決め信号（ウォブルマーク、クロックマーク等）の書き込みを行う。このように、1つの着磁用磁気ヘッド49によって位置決め信号を書き込むことができることから、着磁用磁気ヘッド49の交換作業を省略することができる。磁気ディスク3の生産性の向上を図ることができる。

【0031】以上説明したような構成の磁気ディスク3を備えた磁気ディスク装置1において、ヘッドスライダ6の浮上量を設計する場合には、ヘッドスライダ6を磁気ディスク装置1に組み込む際の種々の機械精度によるヘッドスライダ6の浮上量のばらつきを考慮する必要がある。例えば、ヘッドスライダ6の浮上量を50nmとする場合、以下に示すような、各項目に対するヘッドスライダ6の浮上変動量の許容値が一般的に規定されてい

る。即ち、ヘッドスライダ6の加工精度のばらつきに対しては±10%、ヘッドスライダ6の荷重のばらつきに対しては±20%、Z-heightのばらつきに対しては±10%、基板31のうねりに対しては±10%、基板31のそりに対しては±10%、シーク時は±10%、気圧変動に対しては±10%、サーボゾーンに対しては±10%、マージンに対しては-5%、グライドハイトに対しては3.5mmである。

【0032】ところで、上記各項目のうちヘッドスライダ6の荷重は浮上変動量に対して敏感であるため、その許容値は他のものに比べて大きく規定されている。ところが、近年、ヘッドスライダ6に荷重を与えるサスペンションの加工技術が向上したため、ヘッドスライダ6の荷重のばらつきに対するヘッドスライダ6の浮上変動量の許容値が±10%に修正されてきている。そして、この修正により、サーボゾーンに対するヘッドスライダ6の浮上変動量の許容値も±20%に修正可能である。従って、ヘッドスライダ6の浮上量を50nmとする場合には、サーボゾーンに対するヘッドスライダ6の浮上変動量を20nm p-p、望ましくは10nm p-pとすれば良いことになる。

【0033】ところで、ヘッドスライダ6の浮上量の変動を評価するには、浮上変動量を直接に求めることが好ましい。ところが、この浮上変動量を求めるには、収束計算を用いなければならないため、困難である。そこで、ヘッドスライダ6の浮上量の変動を評価するパラメータとして、ヘッドスライダ6を任意の浮上量及び任意の姿勢で固定し、そのときにヘッドスライダ6が受ける圧力を計算した負荷容量を用いることが考えられる。このヘッドスライダ6の負荷容量は、収束計算を用いないため、ヘッドスライダ6の浮上変動量を直接計算するよりも容易に算出することができる。ところが、このヘッドスライダ6の負荷容量は、静的な数値解析により導き出されるため、ヘッドスライダ6のサーボゾーン通過時の浮上量の変動のような動的特性を解析するパラメータとしては不適であるおそれがある。

【0034】ここで、上述した磁気ディスク3のサーボゾーンの数は、60個〜80個程度であり、サーボゾーンの大きさは、磁気ディスク3の内周と外周で異なるものの、約0.2mmである。また、サーボゾーンの周期は、サーボゾーンの数を60個とすると、約2.5mmである。磁気ディスク3は、一般的に3600rpmで回転しているので、16.7msで1周していることになる。ヘッドスライダ6は、レール6a、6bと磁気ディスク3の表面の間の空気膜によって支えられて浮上している。そのレール6a、6bの圧力分布は、レール6a、6bの後端の約0.2mm程度の箇所が最も大きいので、この部分によってヘッドスライダ6が支えられて浮上している。従って、0.2mmのものが2.5mm間隔で0.2mmの凹凸部上を走行していると考えら

とができる。以上より、ヘッドスライダ6の負荷容量は、ヘッドスライダ6の浮上量の変動を評価するパラメータとして適しているといえる。

【0035】そこで、先ず、ヘッドスライダ6の負荷容量と凹凸部との関係を図べ。図13及び図14は、ヘッドスライダ6の負荷容量と、ヘッドスライダ6の進行方向に対して平行及び垂直な凹部の深さに対するヘッドスライダ6の任意の浮上量の比との関係を示す図である。尚、図13及び図14における実線、鎖線、点線の数値は凹部の深さを示す。

【0036】このヘッドスライダ6の負荷容量の計算には、平均隙間理論を用いている。即ち、ヘッドスライダ6の進行方向に対して平行な凹部と凹部の比率及び凹部の深さと、ヘッドスライダ6の進行方向に対して垂直な凹部と凹部の比率及び凹部の深さが等しい場合は、平行な凹凸部を設けた面上でのヘッドスライダ6の浮上量は、垂直な凹凸部を設けた面上でのヘッドスライダ6の浮上量と比べて大きくなる。さらに、ヘッドスライダ6の進行方向に対して平行な凹凸部と垂直な凹凸部を混合して設けた面上でのヘッドスライダ6の浮上量は、平行な凹凸部を設けた面上でのヘッドスライダ6の浮上量と垂直な凹凸部を設けた面上でのヘッドスライダ6の浮上量の間の値となる。また、平行な凹部及び垂直な凹部の深さが深くなればなるほど、ヘッドスライダ6の浮上量は小さくなる。("Averaged Reynold's Equation Extended to Gas Lubrication Possessing Surface Roughness in the Slip Flow Regime: Approximate Method and Confirmation Experiments" ASME Journal of Tribology, vol. 111, 1989, pp. 495-503, Mitsuya et c. 参照)。

【0037】図13、図14及び図15を見ても分かるように、ヘッドスライダ6の負荷容量は凹部と凹部の比率が同じでも、凹凸部の方向や凹部の深さによっても異なることが分かる。基本的に磁気ディスク3のデータゾーンのデータトラックDT及びガードバンドGBはヘッドスライダ6の進行方向に対して平行な凹凸部であり、サーボゾーンのサーボトラックST及びサーボビットSPはヘッドスライダ6の進行方向に対して垂直な凹凸部である。1枚の磁気ディスク3において、ガードバンドGBとサーボビットSPの深さを変えることは磁気ディスク3の製造工程が複雑となるので困難である。従って、1枚の磁気ディスク3においては、ガードバンドGBとサーボビットSPの深さを同一とすることが好ましい。以上より、データゾーンとサーボゾーンにおけるヘ

ッドスライダ6の負荷容量を等しくすることは、ヘッドスライダ6の進行方向に対して平行な凹凸部と垂直な凹凸部におけるヘッドスライダ6の負荷容量を揃えることに他ならない。

【0038】以上のようにヘッドスライダ6の負荷容量を求めることは容易であるが、実際のヘッドスライダ6の浮上量の絶対値を求めることは困難である。そのため、ヘッドスライダ6の負荷容量の差が実際のヘッドスライダ6の浮上量のどの程度の差になっているかを知るため、まず、ヘッドスライダ6の負荷容量差とヘッドスライダ6の浮上量差の関係について調べた。ここで、第1の測定用のディスクは、ガラス製であって、ディスクの半周面にはデータゾーンのパターンのみがカッティングされた領域が設けられ、残りの半周面には何のパターンもカッティングされていないフラットな領域が設けられている。このガラスディスクに対するデータゾーンのパターンは、実際の磁気ディスク3と同様の方法で形成した。まず、ガラスディスク表面にレジストを塗布し、このレジスト上にカッティングデータを基にデータゾーンのパターンを露光する。そして、この露光後、例えばRIE（反応性イオンエッチング）により現像してデータゾーンのパターンを形成する。

【0039】データゾーンのトラックピッチは4.8μm、トラック幅は3.2μmであり、データトラックDTとガードバンドGBの比率、即ち凸部と凹部の比率LGR（Land-Groove Ratio）は2.0であり、ガードバンドGBの深さは、即ち凹部の深さは200nmである。このとき、図15より、ヘッドスライダ6が50nmの浮上量で浮上しているとすると、フラットな領域でのヘッドスライダ6の負荷容量は3.5であり、データゾーンでのヘッドスライダ6の負荷容量は2.7である。また、基準となる参照光をガラスディスク表面（半径方向の幅0.4mm、半径位置20mm、25mm、30mmに設けたフラットな領域）に照射し、測定光をヘッドスライダ6の後端部に照射して差動を取るレーザパイロメータを用いて測定したフラットな領域でのヘッドスライダ6の浮上量とデータゾーンでのヘッドスライダ6の浮上量との差は30nmである。従って、ヘッドスライダ6の負荷容量差1に対してヘッドスライダ6の浮上量差は37.5nmとなる。

【0040】次に、データゾーンとサーボゾーンにおけるヘッドスライダ6の負荷容量を等しくすることによって、ヘッドスライダ6のサーボゾーン通過時の浮上量の変動を小さくすることができると否が、また、動的挙動であるヘッドスライダ6のサーボゾーン通過時の浮上量の変動に対して、静的解析であるヘッドスライダ6の負荷容量をパラメータとして用いることが適切であるか否かを確認した。第2の測定用のディスクは、ガラス製であって、ディスクの全周面にはデータゾーンとサーボゾーン、但しこのサーボゾーンは実際のサーボトラックと

サーボビットではなく、単純な凸部と凹部の繰り返しパターンがカッティングされた領域が設けられている。このガラスディスクに対するデータゾーンとサーボゾーンのパターンも、実際の磁気ディスク3と同様の方法で形成した。

【0041】データゾーンはガラスディスクの円周方向に7つの領域にサーボゾーンを挟んで分割されており、各領域ではデータトラックDTとガードバンドGBの比率、即ち凸部と凹部の比率LGRが以下のように異なっている。データゾーンのトラックピッチは4.8μmであり、ガードバンドGBの深さは、即ち凹部の深さは200nmである。

領域No. LGR

1	1.0
2	1.5
3	2.0
4	2.3
5	3.2
6	3.8
7	5.5

【0042】サーボゾーンは、実際のサーボゾーンのように内周から外周に向かって直線状に形成されているのではなく、ヘッドスライダ6のシーク軌跡に沿った曲線状に64本形成されている。そして、サーボゾーンのサーボビットSPの深さは、即ち凹部の深さは200nmであり、サーボトラックSTとサーボビットSPの比率、即ち凸部と凹部の比率LGRは5.5である。また、ヘッドスライダ6は一般的な2本レールのテーパーフラットの50%ナノスライダであり、スライダ長は2.0mm、スライダ幅は1.6mm、レール幅は200μm、荷重は3.5gfである。このようなヘッドスライダ6をガラスディスクの半径29.3mmに位置させ、ガラスディスクを4000rpmで回転させたときのヘッドスライダ6とガラスディスクの相対速度は7m/sとなり、ヘッドスライダ6の浮上量は約50nm程度となる。

【0043】図16は、ヘッドスライダ6の浮上変動量と、データトラックDTとガードバンドGBの比率、即ち凸部と凹部の比率LGRとの関係を示す図である。レーザパイロメータを用いて測定した結果は同図に示す実線のようになり、ヘッドスライダ6の負荷容量から計算した浮上変動量（基板3.1のうねり等による誤差3.5nmが単純加算された量）を示す点と比べた場合、測定結果と計算結果とはほぼ一致している。このことから、動的挙動であるヘッドスライダ6のサーボゾーン通過時の浮上量の変動に対して、静的解析であるヘッドスライダ6の負荷容量をパラメータとして用いることが適切であるといえる。また、サーボトラックSTとサーボビットSPの比率LGRが5.5のときのヘッドスライダ6の負荷容量を取るデータトラックDTとガードバン

ドGBの比率LGR3.8のとき、ヘッドスライダ6のサーボゾーン通過時の浮上量の変動はほぼ0となる。このことより、ヘッドスライダ6のサーボゾーン通過時の浮上量の変動を小さくするには、データゾーンとサーボゾーンのヘッドスライダ6の負荷容量を揃えることが有用であるといえる。

【0044】

【発明の効果】以上述べたように、この発明によれば、磁気ディスク上における磁気ヘッドの浮上量の変動を抑制することができるので、磁気ヘッドによるデータ等の記録再生を安定に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の磁気ディスク装置の実施形態であるハードディスク装置の構成例を示す斜視図。

【図2】図1に示すハードディスク装置のヘッドスライダの動作例を示す斜視図。

【図3】図1に示すハードディスク装置のヘッドスライダの詳細例を示す斜視図。

【図4】図1に示すハードディスク装置のヘッドスライダの動作例を示す側面図。

【図5】図1に示すハードディスク装置の制御部の構成例を示すブロック図。

【図6】この発明の磁気ディスクの実施形態を示す平面図。

【図7】図6に示す磁気ディスクの半径方向の断面構造図及び円周方向の断面構造図。

【図8】図6に示す磁気ディスクのさらに詳細を示す断面構造図。

【図9】図6に示す磁気ディスクの表面の詳細を示す平面図。

【図10】図6に示す磁気ディスクの製造方法を説明するための第1の図。

【図11】図6に示す磁気ディスクの製造方法を説明するための第2の図。

【図12】図6に示す磁気ディスクの製造方法を説明するための第3の図。

【図13】図1に示すハードディスク装置のヘッドスライダの負荷容量と、ヘッドスライダの進行方向に対して平行な凸部と凹部の比率との関係を示す図。

【図14】図1に示すハードディスク装置のヘッドスライダの負荷容量と、ヘッドスライダの進行方向に対して垂直な凸部と凹部の比率との関係を示す図。

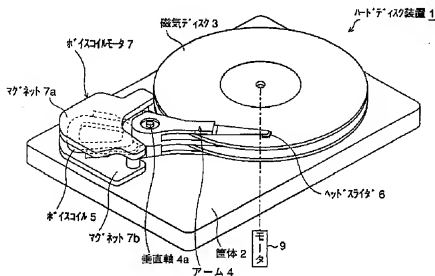
【図15】図1に示すハードディスク装置のヘッドスライダの負荷容量と、ヘッドスライダの進行方向に対して平行及び垂直な凹部の深さに対するヘッドスライダの任意の浮上量の比との関係を示す図。

【図16】図1に示すハードディスク装置のヘッドスライダの浮上変動量と凸部と凹部の比率との関係を示す図。

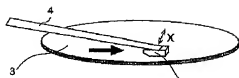
【符号の説明】

1・・・ハードディスク装置、2・・・筐体、3・・・磁気ディスク、4・・・アーム、4a・・・垂直軸、5・・・ボイスコイル、6・・・ヘッドスライダ、6a・・・レール、6b・・・レール、6c・・・テーパー部、6d・・・テーパー部、7・・・ボイスコイルモータ、7a・・・マグネット、7b・・・マグネット、8・・・磁気ヘッド、9・・・モータ、10・・・制御部、11・・・クロック信号生成部、12・・・トラッキングサーボ部、13・・・再生部、14・・・記録部、31・・・基板、32・・・磁性膜、41・・・ガラス原盤、42・・・フォトレジスト、43・・・ターンテーブル、44・・・レーザ光、45・・・ニッケル、46・・・スタンプ、47・・・着磁装置、48・・・着磁用磁気ヘッド

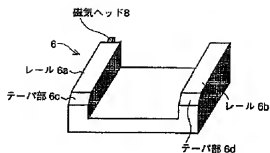
【図1】



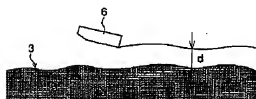
【図 2】



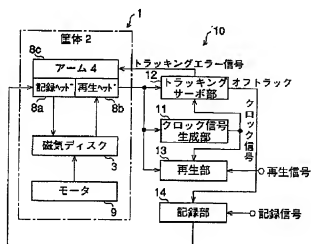
【図 3】



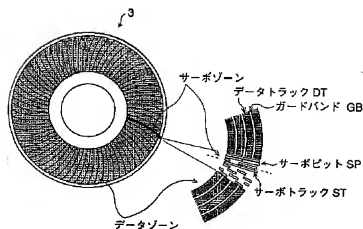
【図 4】



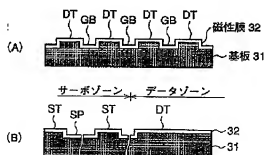
【図 5】



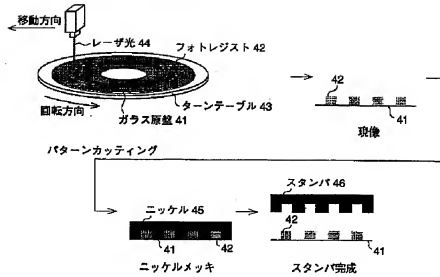
【図 6】



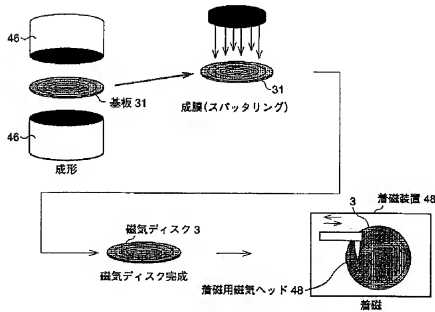
【図 7】



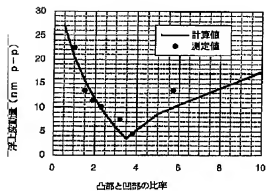
【図 10】



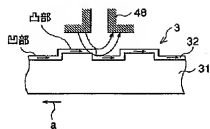
【図 11】



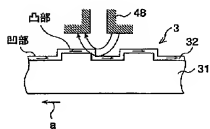
【図 16】



【 図 1 2 】



(A)



(B)